

# SHEATH TYPE GLOWPLUG WITH ION CURRENT SENSOR AND METHOD FOR OPERATION THEREOF

Publication number: JP2004502090 (T)

Publication date: 2004-01-22

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:

- International: F02P17/12; F02P19/00; F02P19/02; F23N5/12; F23Q7/00; F02P17/12; F02P19/00; F23N5/12; F23Q7/00; (IPC1-7); F02P19/00; F02P17/12; F02P19/02; F23N5/12; F23Q7/00

- European: F02P17/12; F02P19/02; F23Q7/00B

Application number: JP2002050716TT 20010414

Priority number(s): DE20001031893 20000630; WO2001DE01470 20010414

## Also published as:

WO0202933 (A1)

DE10031893 (A1)

EP1299641 (A1)

SK2882002 (A3)

CZ20020667 (A3)

more >>

Abstract not available for JP 2004502090 (T)

Abstract of corresponding document: WO 0202933 (A1)

A sheath-type glowplug with an ion current sensor and a method for the operation of said sheath-type glowplug is disclosed, whereby the sheath-type glowplug comprises a housing (3) and a rod-shaped heating element (5) arranged in a concentric bore in said housing (3). The heating element (5) has at least one insulating layer (11), a first supply layer (7) and a second supply layer (9), whereby the first supply layer (7) and the second supply layer (9) are connected by a bridge (8) at the combustion chamber end (6) of the heating element (5). The first and second supply layers (7, 9) and the bridge (8) comprise electrically conducting ceramic material and the insulating layer comprises electrically insulating ceramic material. The heating element (5) comprises at least one electrode for ion current detection (7, 9, 33), whereby said electrode for ion current detection (7, 9, 33) comprises electrically conducting ceramic material.

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
10. Januar 2002 (10.01.2002)

PCT

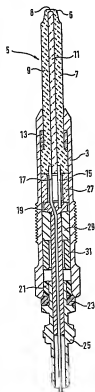
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/02933 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: F02P 19/02, 17/12, F23Q 7/00 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 50, 70442 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/01470 (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HALUSCHKA, Christoph [DE/DE]; Altenbrunn 16, 63911 Klingenberg (DE), ARNOLD, Juergen [DE/DE]; Beihinger Strasse 42/1, 71726 Benningen (DE), KERN, Christoph [DE/DE]; Wilhelmstrasse 5, 71546 Aspach (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 14. April 2001 (14.04.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 31 893.2 30. Juni 2000 (30.06.2000) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): CZ, HU, IN, JP, PL, SI, SK, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SHEATH TYPE GLOWPLUG WITH ION CURRENT SENSOR AND METHOD FOR OPERATION THEREOF

(54) Bezeichnung: GLÜHSTIFTKERZE MIT IONENSTROMSENSOR SOWIE VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER DERARTIGEN GLÜHSTIFTKERZE



(57) Abstract: A sheath-type glowplug with an ion current sensor and a method for the operation of said sheath-type glowplug is disclosed, whereby the sheath-type glowplug comprises a housing (3) and a rod-shaped heating element (5) arranged in a concentric bore in said housing (3). The heating element (5) has at least one insulating layer (11), a first supply layer (7) and a second supply layer (9), whereby the first supply layer (7) and the second supply layer (9) are connected by a bridge (8) at the combustion chamber end (6) of the heating element (5). The first and second supply layers (7, 9) and the bridge (8) comprise electrically conducting ceramic material and the insulating layer comprises electrically insulating ceramic material. The heating element (5) comprises at least one electrode for ion current detection (7, 9, 33), whereby said electrode for ion current detection (7, 9, 33) comprises electrically conducting ceramic material.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Glühstiftkerze mit Ionenstromsensor sowie ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Glühstiftkerze vorgeschlagen, wobei die Glühstiftkerze ein Gehäuse (3) und einem in einer konzentrischen Bohrung des Gehäuses (3) angeordneten stabförmigen Heizelement (5) aufweist. Das Heizelement (5) besitzt mindestens eine Isolationschicht (11) sowie eine erste Zuleitungsschicht (7) und eine zweite Zuleitungsschicht (9), wobei die erste Zuleitungsschicht (7) und die zweite Zuleitungsschicht (9) am brennraumseitigen Ende (6) des Heizelements (5) über einen Steg (8) verbunden sind, wobei die erste und die zweite Zuleitungsschicht (7, 9) und der Steg (8) aus elektrisch leitendem keramischem Material und die Isolationschicht (11) aus elektrisch isolierendem keramischem Material bestehen. Das Heizelement (5) weist mindestens eine Elektrode zur Ionenstromerfassung (7, 9, 33) auf, wobei die mindestens eine Elektrode zur Ionenstromerfassung (7, 9, 33) aus elektrisch leitendem keramischem Material besteht.

WO 02/02933 A1



(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist, Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

5

Glühstiftkerze mit Ionenstromsensor sowie Verfahren zum  
Betreiben einer derartigen Glühstiftkerze

10

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer keramischen Glühstiftkerze  
für Dieselmotoren mit einem Ionenstromsensor nach Gattung  
des ersten unabhängigen Anspruchs. Aus der DE-OS 34 28 371  
sind bereits keramische Glühstiftkerzen bekannt, die ein  
keramisches Heizelement aufweisen. Das keramische  
Heizelement trägt eine Elektrode aus einem metallischen  
Werkstoff, die dazu dient, die elektrische Leitfähigkeit des  
im Brennraum des Verbrennungsmotors vorhandenen ionisierten  
Gases zu erfassen. Als zweite Elektrode dient dabei die  
Brennraumwandung.

Es sind weiterhin Glühstiftkerzen bekannt, die ein Gehäuse  
aufweisen, in dem in einer konzentrischen Bohrung ein  
stabförmiges Heizelement angeordnet ist. Das Heizelement  
besteht dabei aus mindestens einer Isolationsschicht sowie  
einer ersten und einer zweiten Zuleitungsschicht, wobei die  
erste und die zweite Zuleitungsschicht über einen Steg an  
der brennraumseitigen Spitze des Heizelements verbunden  
sind. Dabei bestehen die Isolationsschicht aus elektrisch  
isolierendem keramischen Material und die erste, die zweite  
Zuleitungsschicht sowie der Steg aus elektrisch leitendem  
keramischen Material.

35

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße keramische Glühstiftkerze mit Ionenstromsensor mit den Merkmalen des ersten unabhängigen  
5 Anspruchs hat den Vorteil, dass die Glühstiftkerze mit Ionenstromsensor einen sehr einfachen Aufbau aufweist und die Herstellung kostengünstig ist. Weiterhin vorteilhaft ist, dass die Ausdehnungskoeffizienten der einzelnen Schichten aneinander angepasst sind.

10 Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Glühstiftkerze mit Ionenstromsensor möglich. Eine besonders in baulicher  
15 Hinsicht vorteilhafte Ausbildung einer Glühstiftkerze kann dann erreicht werden, wenn die Zuleitungsschichten als Elektrode zur Ionenstromerfassung dienen. Dazu ist es vorteilhaft, wenn die elektrischen Anschlüsse der Zuleitungsschichten am brennraumfernen Ende des Heizelements  
20 vorgesehen sind, da so das Betreiben der Glühstiftkerze als Ionenstromsensor möglich wird. Weiterhin ist vorteilhaft, zusätzlich eine Elektrode zur Ionenstromerfassung vorzusehen, die innerhalb der Isolationsschicht verläuft oder auf der Isolationsschicht aufgebracht ist, da so  
25 gleichzeitig der Glühbetrieb und die Ionenstrommessung erfolgen kann. Hierbei erweist sich als vorteilhaft, die Elektrode zur Ionenstromerfassung seitlich am brennraumseitigen Ende des Heizelements an die Oberfläche zu führen, um so einen ausreichenden Abstand zwischen  
30 Zuleitungsschicht und Elektrode zur Ionenstromerfassung zu gewährleisten. Es ist auch vorteilhaft, die Elektrode zur Ionenstromerfassung bis an das brennraumseitige Ende des Heizelements zu führen, da so der Ionenstrom in einem Bereich des Brennraums erfasst werden kann, der bedeutsam  
35 für die im Brennraum stattfindenden Verbrennungsprozesse

ist. Vorteilhaft ist weiterhin, die unten beschriebenen keramischen Verbundgefüge für die verschiedenen Schichten des Heizelements zu verwenden, deren Leitfähigkeit und Ausdehnungskoeffizient sich sehr gut anpassen lassen. Dies gilt gleichermaßen für die unten beschriebenen Precursor-Verbundwerkstoffe.

Es ist weiterhin vorteilhaft, die Glühstiftkerze mit Ionenstromsensor nach unterschiedlichen Verfahren zu betreiben. Dabei ist es vorteilhaft, die Ionenstromerfassung in ein anderes Zeitfenster als die Glühphase zu legen, da so eine genaue Erfassung des Ionenstromes möglich ist. Es ist ebenfalls vorteilhaft, die Ionenstromerfassung während des Glühens des Heizelements vorzusehen, da es interessant ist, den Verbrennungsprozeß auch in der Startphase der Brennkraftmaschine zu erfassen.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele.

#### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 eine erfindungsgemäße Glühstiftkerze mit Ionenstromsensor schematisch im Längsschnitt,  
Figur 2 das brennraumseitige Ende einer erfindungsgemäßen Glühstiftkerze mit Ionenstromsensor schematisch im Längsschnitt,  
Figur 3 ein Heizelement einer erfindungsgemäßen Glühstiftkerze mit Ionenstromsensor schematisch im Querschnitt,

Figur 4 ein brennraumfernes Ende eines weiteren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Glühstiftkerze mit Ionenstromsensor schematisch im Längsschnitt und die Figuren 5 und 6 jeweils einen schematischen Längsschnitt durch ein brennraumseitiges Ende eines Heizelements einer erfindungsgemäßen Glühstiftkerze mit Ionenstromsensor.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

10 In Figur 1 ist eine erfindungsgemäße Glühstiftkerze schematisch im Längsschnitt dargestellt. Ein rohrförmiges, vorzugsweise metallisches Gehäuse 3 enthält in seiner konzentrischen Bohrung am brennraumseitigen Ende ein Heizelement 5. Das Heizelement 5 besteht aus keramischem  
15 Material. Das Heizelement 5 weist eine erste Zuleitungsschicht 7 und eine zweite Zuleitungsschicht 9 auf, wobei die erste Zuleitungsschicht 7 und die zweite Zuleitungsschicht 9 aus elektrisch leitendem keramischem Material bestehen. Am brennraumfernen Ende 6 des  
20 Heizelements sind die erste Zuleitungsschicht 7 und die zweite Zuleitungsschicht 9 über einen Steg 8 verbunden, der ebenfalls aus elektrisch leitendem keramischem Material besteht. Die erste Zuleitungsschicht 7 und die zweite Zuleitungsschicht 9 sind durch eine Isolationsschicht 11  
25 getrennt. Die Isolationsschicht 11 besteht aus elektrisch isolierendem keramischem Material. Das Innere des Gehäuses 3 wird in Richtung Brennraum durch eine, das Heizelement 5 ringförmig umgebende Brennraumdichtung 13 abgedichtet. Am brennraumfernen Ende des Heizelements 5 ist die erste  
30 Zuleitungsschicht 7 mit einem ersten Anschluss 15 verbunden. Dieser erste Anschluss 15 ist wiederum in Richtung brennraumfernes Ende der Glühstiftkerze mit dem Anschlussbolzen 19 verbunden. Die zweite Zuleitungsschicht 9 ist an ihrem brennraumfernen Ende mit einem zweiten  
35 Anschluss 17 verbunden, der bis zum brennraumfernen Ende der

Glühstiftkerze durch den Anschlussbolzen 19 hindurchgeführt wird, wobei der zweite Anschluss 17 elektrisch isoliert von diesem ist. Der Anschlussbolzen 19 wird durch eine, in der konzentrischen Bohrung des Gehäuses 3 angeordnete keramische Distanzhülse 27 vom brennraumfernen Ende des Heizelements 5 beabstandet. In Richtung brennraumfernes Ende wird der Anschlussbolzen 19 durch eine Spannhülse 29 und eine Metallhülse 31 hindurchgeführt. Am brennraumfernen Ende der Glühstiftkerze ist auf den Anschlussbolzen 19 ein Rundstecker 25 aufgesteckt, der den elektrischen Anschluss bewerkstelligt. Das brennraumferne Ende der konzentrischen Bohrung des Gehäuses 3 wird durch einen Schlauchring 21 und eine Isolierscheibe 23 abgedichtet bzw. elektrisch isoliert.

In diesem Ausführungsbeispiel wird die Glühstiftkerze derart betrieben, dass beim Start der Brennkraftmaschine die Glühstiftkerze zunächst im Heizmodus betrieben wird. Dies bedeutet, dass während der Glühphase, an dem ersten Anschluss 15 eine positive Spannung und an dem zweiten Anschluss 17 eine negative Spannung oder umgekehrt angelegt wird, so dass ein Strom über die erste Zuleitungsschicht 7, den Steg 8 und die zweite Zuleitungsschicht 9 fließt. Durch den elektrischen Widerstand auf diesem Weg erhöht sich die Temperatur des Heizelements und der Brennraum, in den das brennraumseitige Ende des Glühstifts hineinragt, wird beheizt. Dabei ist das Heizelement 5 an seinem brennraumfernen Ende über den brennraumseitigen Rand des Gehäuses 3 hinaus verglast, so dass kein elektrischer Kontakt zwischen erster oder zweiter Zuleitungsschicht und dem Gehäuse 3 besteht.

Nach Beendigung der Glühphase wird sowohl an den ersten Anschluss 15 und den zweiten Anschluss 17 das gleiche hohe Spannungspotential angelegt, so dass in den Zuleitungsschichten kein Strom mehr fließt, aber die erste

Zuleitungsschicht 7 und die zweite Zuleitungsschicht 9 als Elektrode zur Ionenstrommessung dient. Ist der Brennraum durch das Vorhandensein von Ionen ionisiert, so kann von der Elektrode zur Ionenstromerfassung, d.h. von der ersten  
5 Zuleitungsschicht 7 und der zweiten Zuleitungsschicht 9, ein Ionenstrom zur Brennraumwandung fließen, die auf Masse liegt. Somit fungieren in diesem Ausführungsbeispiel die erste Zuleitungsschicht 7 und die zweite Zuleitungsschicht 9 als Elektrode zur Ionenstromerfassung.

10

In Figur 2 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Glühstiftkerze mit Ionenstromsensor im Längsschnitt schematisch dargestellt. Dabei wurde hier lediglich das brennraumseitige Ende einer derartigen  
15 Glühstiftkerze dargestellt. Das brennraumferne Ende dieser Glühstiftkerze entspricht der Gestaltung des Ausführungsbeispiels nach Figur 1. In einer konzentrischen Bohrung des vorzugsweise metallischen Gehäuses 3 ist wiederum das Heizelement 5 angeordnet. Das Heizelement 5  
20 besteht wiederum aus einer ersten Zuleitungsschicht 7, einer zweiten Zuleitungsschicht 9 und einer Isolationsschicht 11, wobei in dieser Darstellung das Heizelement 5 in einer Ebene geschnitten wurde, in der lediglich die Isolationsschicht 11 zu sehen ist. (Diese Ebene ist senkrecht zur Schnittebene von Figur 1 angeordnet.) Die Isolationsschicht 11 sowie die  
25 erste Zuleitungsschicht 7, der Steg 8 und die zweite Zuleitungsschicht 9 bestehen aus den Materialien, die bereits im Zusammenhang mit Figur 1 erwähnt wurden. Die erste Zuleitungsschicht 7 ist mit dem Anschlussbolzen 19  
30 über einen ersten Anschluss 15 verbunden. Der Anschlussbolzen 19 ist wiederum mittels einer keramischen Distanzhülse 27 vom brennraumfernen Ende des Heizelements beabstandet. Die brennraumseitige Abdichtung des Inneren des metallischen Gehäuses 3 wird wiederum durch die  
35 Brennraumdichtung 13 gewährleistet, die in diesem

Ausführungsbeispiel aus elektrisch leitendem Material besteht, da der Anschluss der zweiten Zuleitungsschicht an Masse über die Brennraumdichtung 13 zum Gehäuse 3 erfolgt. Eine außen auf der Oberfläche der ersten Zuleitungsschicht aufgetragene Verglasung im Bereich des Gehäuses 3 und der Brennraumdichtung 13 verhindert den Kontakt der ersten Zuleitungsschicht 7 zur Brennraumdichtung 13 und zum Gehäuse 3.

10 In diesem Ausführungsbeispiel ist in der Isolationsschicht 11 eine Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 vorgesehen, die vom brennraumfernen Ende des Heizelements 5 zur brennraumseitigen Spitze 6 des Heizelements 5 verläuft. Die Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 ist an der  
15 brennraumseitigen Spitze 6 seitlich an die Oberfläche des Heizelements 5 geführt. Die Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 besteht aus elektrisch leitendem keramischem Material oder aus metallischem Material. Am brennraumfernen Ende der Elektrode zur Ionenstromerfassung  
20 ist diese an einen zweiten Anschluss 17 angeschlossen, der durch den Anschlussbolzen 19 bis zum brennraumfernen Ende der Glühstiftkerze hindurch geführt wird.

In Figur 3 ist in einem Querschnitt durch das Heizelement 5  
25 die Anordnung der Anschlüsse in den einzelnen Schichten des Heizelements noch einmal genauer dargestellt. Der Querschnitt zeigt einen Bereich am brennraumfernen Ende des Heizelements 5. Der erste Anschluss 15 ist mit der ersten Zuleitungsschicht 7 verbunden, während der zweite Anschluss  
30 17 mit der Elektrode zur Ionenstromerfassung, die durch die Isolationsschicht 11 verläuft, verbunden ist. Desweiteren ist noch die zweite Zuleitungsschicht 9 gezeigt, die in einem Bereich, der weiter in Richtung Brennraum liegt, einen elektrischen Kontakt über die elektrisch leitende

Brennraumdichtung 13 zum Gehäuse 3 aufweist, das auf Masse liegt.

5 Dieses Ausführungsbeispiel besitzt einen besonders großen Vorteil dahingehend, dass die Glühstiftkerze gleichzeitig im Glühbetrieb und als Ionenstromerfassungseinrichtung betrieben werden kann. Dazu wird die für den Glühbetrieb notwendige Spannung über den Anschlussbolzen 19 und den ersten Anschluss 15 an die erste Zuleitungsschicht 7 und die  
10 für die Ionenstromerfassung notwendige Spannung über den zweiten Anschluss 17 an die Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 angelegt.

15 Anhand von Figur 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Glühstiftkerze mit einem Ionenstromsensor dargestellt. Analog zu Figur 3 ist das brennraumseitige Ende einer derartigen Glühstiftkerze im Längsschnitt schematisch dargestellt. Das Heizelement 5 ist ebenfalls analog zu Figur  
2 in einer Ebene geschnitten, in der lediglich die  
20 Isolationsschicht 11 sichtbar ist. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen in dieser und den nachfolgenden Figuren die gleichen Bauteile wie in den vorangegangenen Figuren, weshalb auf diese nicht noch einmal eingegangen wird.

25 Durch die Isolationsschicht ist wiederum eine Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 hindurch geführt, wobei jedoch diese Elektrode sich nun bis zur äußersten brennraumseitigen Spitze 6 des Heizelements 5 erstreckt. Es ist im Gegensatz zu dem anhand von Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel  
30 nicht seitlich an die Oberfläche des Heizelements hinaus geführt. Da die Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 nun mittig durch die Isolationsschicht 11 hindurch geführt wird, erfolgt auch die Verbindung mit dem ersten Anschluss 17 mittig. Der erste Anschluss 17 wird in einem bevorzugten  
35 Ausführungsbeispiel durch ein in einer konzentrischen

Bohrung der Distanzhülse 27 angeordnetes Federelement 35 vorzugsweise von dem Federelement 35 isoliert hindurch geführt und im weiteren in Richtung brennraumfernem Ende der Glühstiftkerze durch den Anschlussbolzen 19 hindurch  
5 geführt. Das Federelement 35 ermöglicht die Ausübung eines Drucks auf das Heizelement 5 bzw. den Anschlussbolzen 19 und stellt den elektrischen Kontakt zur ersten Zuleitungsschicht 7 dar, so dass ein optimaler elektrischer Kontakt und eine optimale Abdichtung des Inneren des Gehäuses 3 mittels der  
10 Brennraumdichtung 13 zur Umgebung erfolgen kann. Dabei erfolgt die Abdichtung des Inneren des Gehäuses 3 über die Distanzhülse 27. Der elektrische Kontakt der zweiten Zuleitungsschicht 9 ist analog zu dem anhand von Figur 2 erläuterten Ausführungsbeispiel gestaltet.

15 In einem weiteren Ausführungsbeispiel kann die Gestaltung der brennraumfernen Anschlüsse an die erste Zuleitungsschicht 7 und an die Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 auch ohne Federelement 35 analog zu  
20 Figur 2 erfolgen.

Anhand der Figuren 5 und 6 sind verschiedene Ausführungsbeispiele für die Gestaltung der brennraumseitigen Spitze 6 des Heizelements 5 für das in  
25 Figur 4 dargestellte Ausführungsbeispiel gezeigt. Es ist jeweils ein Längsschnitt durch die brennraumseitige Spitze des Heizelements 5 dargestellt.

30 In Figur 5 ist die Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 bis zur brennraumseitigen Spitze des Heizelements 5 innerhalb der sich bis zur brennraumseitigen Spitze 6 des Heizelements 5 erstreckenden Isolationsschicht 11 geführt. Die Verbindung der ersten Zuleitungsschicht 7 und der zweiten  
35 Zuleitungsschicht 9 durch den Steg 8 erfolgt dabei lediglich in zwei Bereichen, die in radialer Richtung (bezogen auf die

Längsachse durch das Heizelement 5 bzw. durch die Glühstiftkerze) von dem Bereich entfernt liegen, an dem sich die Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 bis an die brennraumseitige Spitze 6 des Heizelements 8 erstreckt. Der  
5 Figur 5 ist weiterhin zu entnehmen, dass die Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel in einer Isolierhülse 36 angeordnet ist, die fast bis zum brennraumseitigen Ende der Glühstiftkerze geführt ist.

10 Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem die Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 seitlich bis zur brennraumseitigen Spitze 6 des Heizelements 5 geführt wird und das brennraumseitige Ende 6 des Heizelements 5 nur einen  
15 Bereich aufweist, in dem die erste Zuleitungsschicht 7 und die zweite Zuleitungsschicht 9 über einen Steg 8 verbunden sind. Der Bereich, in dem bei diesem Ausführungsbeispiel der Steg 8 angeordnet ist, ist an der Seite der brennraumseitigen Spitze 6 des Heizelements 5 angeordnet,  
20 die nicht die Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 aufweist. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Glühstiftkerze vorzugsweise so im Brennraum angeordnet, dass die Seite der brennraumseitigen Spitze 6 des Heizelements 5, an der der Steg 8 angeordnet ist, am weitesten in den Brennraum  
25 hineinragt. Dies ist insbesondere bei einer Anordnung zu beachten, wenn die Glühstiftkerze schräg in den Brennraum hineinragt.

Das anhand der Figuren 4, 5 und 6 erläuterte  
30 Ausführungsbeispiel enthält vorzugsweise eine Elektrode zur Ionenstromerfassung aus elektrisch leitendem keramischem Material.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel zu den anhand der  
35 Figuren 2 bis 6 erläuterten Ausführungsformen kann die

- 11 -

Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 auch außen auf der Isolationsschicht 11 aufgebracht sein.

Wie bereits oben erwähnt, sollen die Materialien der ersten Zuleitungsschicht 7, des Stegs 8, der zweiten Zuleitungsschicht 9, der Isolationsschicht 11 und der Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 aus keramischem Material bestehen. Dadurch ist gewährleistet, dass sich die Wärmeausdehnungskoeffizienten der Materialien kaum unterscheiden, so dass eine Dauerhaltbarkeit des Heizelements 5 gewährleistet ist. Dabei ist das Material der ersten Zuleitungsschicht 7, des Stegs 8 und der zweiten Zuleitungsschicht 9 so gewählt, dass der Widerstand dieser Schichten kleiner ist als der Widerstand der Isolationsschicht 11. Ebenso ist der Widerstand der ersten Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 kleiner als der Widerstand der Isolationsschicht 11.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel bestehen die erste Zuleitungsschicht 7, der Steg 8 und die zweite Zuleitungsschicht 9, die Isolationsschicht 11 und die erste Elektrode 33 aus keramischen Verbundgefügen, die mindestens zwei der Verbindungen  $Al_2O_3$ ,  $MoSi_2$ ,  $Si_3N_4$  und  $Y_2O_3$  enthält. Diese Verbundgefüge sind durch einen ein- oder mehrstufigen Sinterprozeß erhältlich. Der spezifische Widerstand der Schichten kann dabei vorzugsweise durch den  $MoSi_2$ -Gehalt und/oder die Kerngröße von  $MoSi_2$  bestimmt werden, vorzugsweise ist der  $MoSi_2$ -Gehalt der ersten Zuleitungsschicht 7, des Stegs 8 und der zweiten Zuleitungsschicht 9 sowie der ersten Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 höher als der  $MoSi_2$ -Gehalt der Isolationsschicht 11.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel bestehen die erste Zuleitungsschicht 7, des Stegs 8 die zweite

Zuleitungsschicht 9, die Isolationsschicht 11, die erste Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 aus einer Composit-Precursor-Keramik mit unterschiedlichen Anteilen an Füllstoffen. Die Matrix dieses Materials besteht dabei aus

5 Polysiloxanen, Polysequioxanen, Polysilanen oder Polysilazanen, die mit Bor, Stickstoff oder Aluminium dotiert sein können und die durch Pyrolyse hergestellt werden. Den Füllstoff bilden für die einzelnen Schichten mindestens eine der Verbindungen  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MoSi}_2$ ,  $\text{SiO}_2$  und  $\text{SiC}$ .

10 Analog zu dem obengenannten Verbundgefüge kann vorzugsweise der  $\text{MoSi}_2$ -Gehalt und/oder die Korngröße von  $\text{MoSi}_2$  den Widerstand der Schichten bestimmen. Vorzugsweise wird der  $\text{MoSi}_2$ -Gehalt der ersten Zuleitungsschicht 7, des Steps 8 und der zweiten Zuleitungsschicht 9 sowie der ersten Elektrode

15 zur Ionenstromerfassung 33 höher als der  $\text{MoSi}_2$ -Gehalt der Isolationsschicht 11 eingestellt. Die Zusammensetzungen der ersten Zuleitungsschicht 7, des Steps 8, der zweiten Zuleitungsschicht 9, der Isolationsschicht 11, der ersten Elektrode zur Ionenstromerfassung 33 werden in den oben

20 angegebenen Ausführungsbeispielen so gewählt, dass ihre thermischen Ausdehnungskoeffizienten und die während des Sinter- bzw. Pyrolyseprozesses auftretenden Schrumpfungen gleich sind, so dass keine Risse im Heizelement 5 entstehen.

5

## Ansprüche

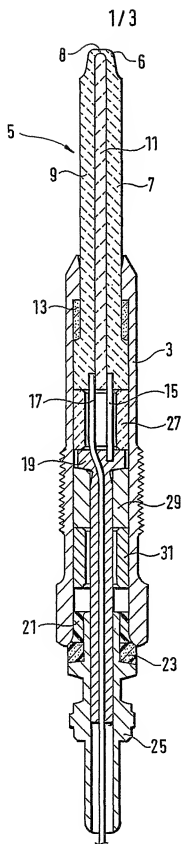
1.     Glühstiftkerze mit Ionenstromsensor mit einem Gehäuse  
10     (3) und einem in einer konzentrischen Bohrung des Gehäuses  
       (3) angeordneten stabförmigen Heizelement (5), wobei das  
       Heizelement (5) mindestens eine Isolationsschicht (11) sowie  
       eine erste Zuleitungsschicht (7) und eine zweite  
       Zuleitungsschicht (9) aufweist, wobei die erste  
15     Zuleitungsschicht (7) und die zweite Zuleitungsschicht (9)  
       am brennraumseitigen Ende (6) des Heizelements (5) über  
       einen Steg (8) verbunden sind, wobei die erste und die  
       zweite Zuleitungsschicht (7,9) und der Steg (8) aus  
       elektrisch leitendem keramischen Material und die  
20     Isolationsschicht (11) aus elektrisch isolierendem  
       keramischen Material bestehen, wobei das Heizelement (5)  
       mindestens eine Elektrode zur Ionenstromerfassung (7,9,33)  
       aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine  
       Elektrode zur Ionenstromerfassung (7,9,33) aus elektrisch  
25     leitendem keramischen Material besteht.

2.     Glühstiftkerze nach Anspruch 1 dadurch  
       gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil der ersten und/oder  
       der zweiten Zuleitungsschicht (7,9) als Elektrode zur  
30     Ionenstromerfassung dient.

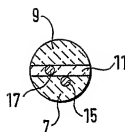
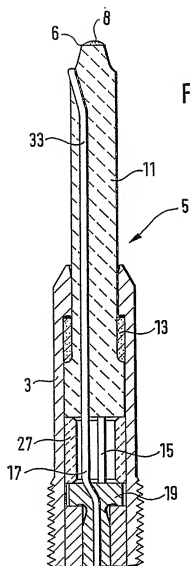
3. Glühstiftkerze nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass am brennraumfernen Ende des Heizelements (6) ein erster elektrischer Anschluss (15) und ein zweiter elektrischer Anschluss (17) vorgesehen ist, wobei der erste elektrische Anschluss (15) mit dem brennraumfernen Ende der ersten Zuleitungsschicht (7) und der zweite elektrische Anschluss (17) mit dem brennraumfernen Ende der zweiten Zuleitungsschicht (9) verbunden ist.
4. Glühstiftkerze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrode zur Ionenstromerfassung (33) innerhalb der Isolationsschicht (11) verläuft oder auf der Isolationsschicht (11) aufgebracht ist.
5. Glühstiftkerze nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrode zur Ionenstromerfassung (33) in brennraumferner Richtung vor dem Bereich, in dem die erste und die zweite Zuleitungsschicht am brennraumseitigen Ende des Heizelements (6) verbunden sind, seitlich an die Oberfläche des Heizelements geführt ist.
6. Glühstiftkerze nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Elektrode zur Ionenstromerfassung (33) in der Isolationsschicht (11) bis zum brennraumseitigen Ende (6) des Heizelements (6) erstreckt, wobei die Isolationsschicht (11) bis an das brennraumseitige Ende (6) des Heizelements (5) geführt ist.
7. Glühstiftkerze nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Zuleitungsschicht (7) am brennraumfernen Ende mit einem ersten elektrischen Anschluss (15) verbunden ist und das brennraumferne Ende der Elektrode zur Ionenstromerfassung (33) mit einem zweiten elektrischen Anschluss (17) verbunden ist.

8. Glühstiftkerze nach einem der Ansprüche 4 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung der zweiten  
Zuleitungsschicht (9) mit der Masse über das Gehäuse (3)  
erfolgt.
9. Glühstiftkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass am brennraumfernen Ende des  
Heizelements (6) innerhalb der konzentrischen Bohrung des  
Gehäuses (3) eine rohrförmige Distanzhülse (27) aus  
elektrisch isolierendem Material angeordnet ist.
10. Glühstiftkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Isolationsschicht (11), die  
erste Zuleitungsschicht (7), der Steg (8), die zweite  
Zuleitungsschicht (9) und die Elektrode zur  
Ionenstromerfassung (7,9,33) aus keramischen Verbundgefügen  
bestehen, die durch einen ein- oder mehrstufigen  
Sinterprozess aus mindestens zwei der Verbindungen  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  
 $\text{MoSi}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  und  $\text{Y}_2\text{O}_3$  erhältlich sind.
11. Glühstiftkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Isolationsschicht (11), der  
Steg (8), die erste Zuleitungsschicht (7), die zweite  
Zuleitungsschicht (9) und die Elektrode zur  
Ionenstromerfassung (7,9,33) aus einer Komposit-Precursor-  
Keramik besteht, wobei das Matrixmaterial Polysiloxane,  
Polysilsequioxane, Polysilane oder Polisisilazane umfasst, die  
mit Bor, Stickstoff oder Aluminium dotiert sein können und  
die durch Pyrolyse hergestellt wurden, wobei der Füllstoff  
aus mindestens einer der Verbindungen  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MoSi}_2$ ,  $\text{SiO}_2$  und  
 $\text{SiC}$  gebildet wird.
12. Verfahren zum Betreiben einer Glühstiftkerze mit  
Ionenstromsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass während einer Glühphase eine elektrische Spannung an der ersten und der zweiten Zuleitungsschicht (7,9) angelegt wird, wobei die erste Zuleitungsschicht (7) und die zweite Zuleitungsschicht (9) mit unterschiedlichen
- 5 Spannungspotentialen verbunden sind, wobei nach Beendigung der Glühphase eine elektrische Spannung mit gleichen Spannungspotentialen an den Elektroden zur Ionenstromerfassung (7,9) angelegt wird.
- 10 13. Verfahren zum Betreiben einer Glühstiftkerze mit Ionenstromsensor nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass während der Glühphase eine elektrische Spannung mit unterschiedlichen Spannungspotentialen an der ersten und an der zweiten Zuleitungsschicht (7,9) und gleichzeitig an der
- 15 Elektrode zur Ionenstromerfassung (33) angelegt wird.



2/3



3/3

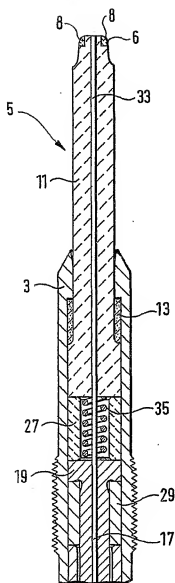


FIG. 4

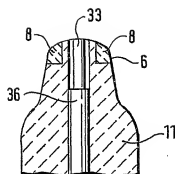


FIG. 5

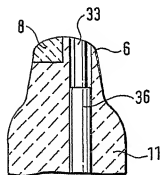


FIG. 6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. nat. Application No.  
PCT/DE 01/01470

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F02P19/02 F02P17/12 F23Q7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F23Q F02P F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, WPI Data, EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 834 652 A (DENSO CORPORATION) 8 April 1998 (1998-04-08) page 27, line 45 -page 28, line 36 page 46, line 20 -page 48, line 18 page 55, line 54 -page 56, line 30 page 58, line 55 -page 59, line 5; figures	1-12
A	EP 0 353 196 A (BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE) 31 January 1990 (1990-01-31) the whole document	10, 11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* Inter document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

21 November 2001

Date of mailing of the International search report

29/11/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patenthaus 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3015

Authorized officer

Mouled, R

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/01470

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 834652	A	08-04-1998	JP	10009113	A	13-01-1998
			JP	10089222	A	07-04-1998
			JP	10089223	A	07-04-1998
			JP	10089224	A	07-04-1998
			JP	10089225	A	07-04-1998
			JP	10089226	A	07-04-1998
			JP	10089228	A	07-04-1998
			JP	10089687	A	10-04-1998
			JP	10073070	A	17-03-1998
			JP	10077945	A	24-03-1998
			JP	10122114	A	12-05-1998
			JP	10110952	A	28-04-1998
			JP	10110950	A	28-04-1998
			JP	10110951	A	28-04-1998
			EP	0834652	A1	08-04-1998
			WO	9738223	A1	16-10-1997
EP 0353196	A	31-01-1990	CH	676525	A5	31-01-1991
			AU	603737	B2	22-11-1990
			AU	3899189	A	03-05-1990
			DE	68906610	D1	24-06-1993
			DE	68906610	T2	25-11-1993
			EP	0353196	A1	31-01-1990
			JP	2250938	A	08-10-1990
			KR	9200219	B1	10-01-1992
			MX	170365	B	18-08-1993
			ZA	8905656	A	25-07-1990

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. ousles Aktenzeichen  
PCT/DE 01/01470

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F02P19/02 F02P17/12 F23Q7/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)  
IPK 7 F23Q F02P F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, WPI Data, EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 834 652 A (DENSO CORPORATION) 8. April 1998 (1998-04-08) Seite 27, Zeile 45 -Seite 28, Zeile 36 Seite 46, Zeile 20 -Seite 48, Zeile 18 Seite 55, Zeile 54 -Seite 56, Zeile 30 Seite 58, Zeile 55 -Seite 59, Zeile 5; Abbildungen	1-12
A	EP 0 353 196 A (BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE) 31. Januar 1990 (1990-01-31) das ganze Dokument	10,11

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungsfähiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsfähiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann mitevident ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. November 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/11/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5616 Palatinen 2  
NL - 5260 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, 31 651 epo nl  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Moualed, R

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Info: muss Aktenzeichen

PCT/DE 01/01470

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 834652	A	08-04-1998	JP 10009113 A	13-01-1998
			JP 10089222 A	07-04-1998
			JP 10089223 A	07-04-1998
			JP 10089224 A	07-04-1998
			JP 10089225 A	07-04-1998
			JP 10089226 A	07-04-1998
			JP 10089228 A	07-04-1998
			JP 10089687 A	10-04-1998
			JP 10073070 A	17-03-1998
			JP 10077945 A	24-03-1998
			JP 10122114 A	12-05-1998
			JP 10110952 A	28-04-1998
			JP 10110950 A	28-04-1998
			JP 10110951 A	28-04-1998
			EP 0834652 A1	08-04-1998
			WO 9738223 A1	16-10-1997
EP 0353196	A	31-01-1990	CH 676525 A5	31-01-1991
			AU 603737 B2	22-11-1990
			AU 3899189 A	03-05-1990
			DE 68906610 D1	24-06-1993
			DE 68906610 T2	25-11-1993
			EP 0353196 A1	31-01-1990
			JP 2250938 A	08-10-1990
			KR 9200219 B1	10-01-1992
			MX 170365 B	18-08-1993
ZA 8905656 A	25-07-1990			